

## RoadTalk

La bulletin ontarien de transfert de technologies des transport • hiver 2009 • Vol.15, n<sup>o</sup>1

**2** La technique de fragmentation par résonance (suite)

**3** Des inhibiteurs de corrosion

**4** Le pont de Sioux Narrows

**5** L'élargissement de la route 69

**6** La construction de ponts accélérée

**7** Le Projet de technologie de l'entretien (PTE)

## Le ministère a recours à la technique de fragmentation par résonance pour reconstruire la route 58



La technique de fragmentation par résonance utilise une fréquence de 44 Hz pour une semelle de 200 mm afin de démolir avec précision le revêtement en béton.

Pour remettre en état un revêtement en béton, on fait en règle générale appel à des techniques qui exigent beaucoup de main-d'œuvre, prennent beaucoup de temps et sont de plus en plus coûteuses. Les techniques de reconstruction classique consistent à casser le revêtement en béton en place avant de l'enlever. Différentes techniques ont été élaborées afin de démolir le revêtement en béton en place sans le déplacer afin de pouvoir disposer d'un sol de fondation soutenant la nouvelle surface de conduite. Une technique fait appel à plusieurs marteaux de frappe qui sont très bruyants et dérangent les propriétés voisines, prend beaucoup de temps et a un taux de réussite variable. La technique de fragmentation par résonance est une autre technique novatrice qui ne cesse de gagner en popularité.

Cette technique a recours à un brise-béton hydraulique qui casse le revêtement de béton en place, en donnant un résultat plus uniforme. Cette technique s'avère plus efficace, diminue le délai de réalisation, et se traduit par d'importantes économies de coûts. Le ministère des Transports de l'Ontario (MTO) a eu recours à cette technique pour reconstruire la route 58 dans la région de Niagara.

La dite technique fait appel à un système hydraulique qui utilise une

poutre pour projeter une fréquence de résonance dans la semelle d'acier dans le but de briser le béton. La fragmentation par résonance s'avère très efficace pour les revêtements de béton d'une épaisseur ne dépassant pas 660 mm. Une semelle de 200 mm se prolonge hors d'un engin de type tracteur et elle est fixée à un contrepoids près de la cabine de l'opérateur. L'engin est commandé électroniquement et propulse une force vers le bas d'une fréquence de 44 Hz sur la semelle. Cet agencement casse avec précision le revêtement en béton.

Si l'infrastructure de la route n'est pas affaiblie ou endommagée, la fragmentation par résonance constitue une excellente solution pour reconstruire un revêtement en béton. Voici quelques-unes des conditions d'utilisation idéale de ladite technique :

- ragréage de plus de 10 %
- importantes tréaillures
- importantes fissurations par réaction silico-alcaline ou par réaction alcali-carbonate
- blocage des goujons
- joints très abîmés

Road Talk est préparé et publié trimestriellement par le Bureau des services divisionnaires, Division de la gestion des routes provinciales, du ministère des Transports de l'Ontario. Road Talk est distribué électroniquement en formats PDF et HTML et est disponible sur le site [www.mto.gov.on.ca/french/trans/roadtalk](http://www.mto.gov.on.ca/french/trans/roadtalk).

Road Talk is also available in English: [www.mto.gov.on.ca/english/trans/roadtalk](http://www.mto.gov.on.ca/english/trans/roadtalk).

Cette publication rapporte les innovations et la nouvelle technologie en matière de gestion routière de conception, de construction, d'exploitation et d'entretien de l'infrastructure autoroutière.

Les lecteurs sont invités à soumettre leurs articles, leurs nouvelles et leurs commentaires à Kristin MacIntosh, rédactrice en chef, à l'adresse suivante:

Bureau de la planification des ressources  
direction de la gestion des programmes  
Ministère des Transports de l'Ontario  
301, rue St. Paul, 4e étage  
St. Catharines, ON, Canada L2R 7R4  
Tél: 905.704.2645  
Télec: 905.704.2626  
[Kristin.MacIntosh@ontario.ca](mailto:Kristin.MacIntosh@ontario.ca)

Tous droits réservés, ministère des Transports de l'Ontario. Le contenu de ce bulletin peut être reproduit en citant la source. Veuillez faire parvenir une copie de l'article reproduit à la rédactrice en chef.

Les opinions, les conclusions et les recommandations présentées dans ce bulletin ne lient que leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement la position du ministère des Transports de l'Ontario. Les produits présentés dans ce bulletin sont à des fins indicatives seulement. Le ministère des Transports de l'Ontario ne recommande aucun produit particulier.

#### Comité consultatif de Road Talk

**Kristin MacIntosh**, Rédactrice en chef,  
Bureau des services divisionnaires  
**Brian Jansen & Kristyna Wilson**, Rédacteurs  
en chef adjoint, Bureau des services  
divisionnaires  
**Mike Goodale**, Directeur, Direction de la  
construction et des opérations  
**Gerry Chaput**, Ingénieur principal, Direction  
des normes techniques  
**Steve Holmes**, Premier ingénieur,  
Direction des normes techniques  
**Patrick Hellierty**, Chef, Section des biens  
immobiliers, Kingston, Région de l'Est  
**Dan Preley**, Ingénieur de projet,  
Thunder Bay, Région du Nord-Ouest  
**Vic Ozymitchuk**, Officier d'entretien,  
Direction des normes techniques  
**Melissa Tilherington**, Ingénieur, Direction  
des normes techniques  
**Finlay Buchanan**, Coordinateur,  
Technologie et Innovation



**Ontario**

- déformation permanente
- fissuration réflexive

Avant de pouvoir entamer la fragmentation par résonance, il faut d'abord retirer le revêtement bitumineux existant.

La fragmentation s'effectue en commençant par la ligne médiane ou le bord extérieur du revêtement en y faisant plusieurs passages minces. Les bords décollés, comme le bord du revêtement ou un joint de la ligne médiane brisé, auront sans doute besoin d'un second passage afin d'obtenir la granularité voulue. Une fois cette opération terminée, l'acier nu est coupé et enlevé. Les parties peu performantes sont déblayées avant d'être remblayées. La surface obtenue par fragmentation par résonance est alors aplanie à l'aide d'un vibrocompacteur avant de couler le nouveau revêtement en béton.

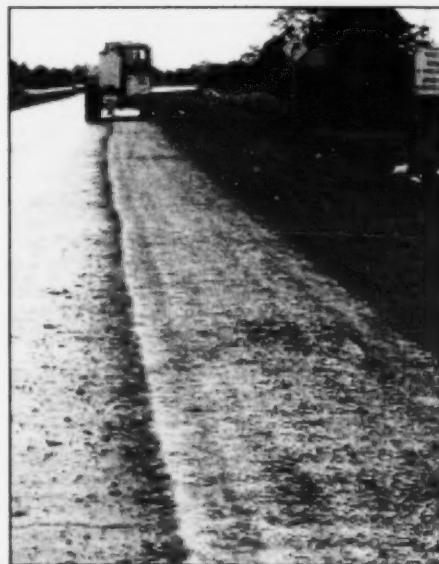
En ce qui concerne le projet de la route 58, la surface obtenue par fragmentation par résonance a été recouverte de 50 mm de granulat de type « A » pour obtenir une surface uniforme ainsi que d'un autre granulat pour les corrections géométriques. Trois levées d'enrobé à chaud SuperPave ont ensuite été appliquées sur le nouveau sol de fondation. La profondeur du revêtement en béton existant sur la route 58 était de 220 mm avec une voie de 3,75 m de large. Le taux de fragmentation était de 2,5 heures par kilomètre de voie.

Le ministère estime que l'utilisation de cette technique pour reconstruire la route 58 a permis d'économiser près de 21 000 tonnes de matériaux granuleux, soit plus d'un million de dollars en coûts contractuels, et 40 jours de travaux.

La fragmentation par résonance peut être utilisée dans différentes conditions météorologiques et elle nécessite peu de main-d'œuvre; ses coûts sont réduits, et les fermetures de route sont de plus courte durée. La pose de drains souterrains pourrait s'avérer nécessaire, car, par expérience, on sait qu'un sol de fondation sec donne de meilleurs résultats. Par opposition aux techniques classiques, comme le retrait du béton en pleine profondeur, la technique de fragmentation par résonance nécessite moins de main-d'œuvre, moins de temps, moins d'équipements lourds et de matières premières, ce qui en fait une approche plus écologique en matière de reconstruction de revêtements.

Aucun résident voisin du chantier de construction ne s'est plaint du bruit pendant le déroulement des opérations de fragmentation.

Cette technique de reconstruction du revêtement en béton très sophistiquée casse le revêtement sans modifier l'intégrité de sa base, ce qui permet de faire des économies de temps et d'argent, tout en réduisant au minimum les répercussions sur l'environnement. ●



La fragmentation s'effectue en commençant par la ligne médiane ou le bord extérieur du revêtement en y faisant plusieurs passages minces.

Pour obtenir plus d'information à ce sujet, veuillez envoyer un courriel à Dustin Hamon, technicien en transport, Direction de la gestion des contrats et des opérations, au 905 680-8053 ou par courriel à [Dustin.Hamon@ontario.ca](mailto:Dustin.Hamon@ontario.ca).

## Des essais effectués sur des inhibiteurs de corrosion donnent des résultats intéressants

**E**n 2000, les liquides servant à l'entretien des routes en hiver - des chlorures dissous dans l'eau - sont apparus dans le programme de déneigement et de déglacage du MTO après que des essais effectués aient confirmé qu'ils augmentaient l'efficacité de l'épandage de sel de voirie et contribuaient à diminuer l'utilisation globale du sel de voirie. Cependant, les entrepreneurs ont exprimé leur inquiétude sur le fait que les liquides pourraient accroître la corrosion sur leurs véhicules. Par conséquent, dans un réel souci de diminuer la corrosion provoquée par l'utilisation des liquides servant à l'entretien des routes en hiver, le ministère a adopté une exigence stipulant que les liquides utilisés pour l'entretien des routes en hiver devaient être 70 % moins corrosifs que le sel de voirie. Cette exigence a été respectée grâce à l'ajout d'inhibiteurs aux liquides servant à l'entretien des routes en hiver, et confirmée lors d'essais en laboratoire conçus par Pacific Northwest Snowfighters (PNS).

La corrosion est à la fois un procédé chimique et électrique qui est assujéti aux changements de teneur en pH de l'eau. Quand on ajoute du sel chloré à de l'eau, le degré de corrosion des métaux augmente. Les inhibiteurs tentent de ralentir ce processus de corrosion. L'ajout d'inhibiteurs aux liquides peut, toutefois, aussi occasionner une hausse de leur prix global. Certains chlorures nécessitent l'ajout d'une quantité importante d'inhibiteur pour pouvoir respecter le niveau de réduction de 70 %.

Pour confirmer la rentabilité et l'efficacité de l'utilisation d'inhibiteurs dans le cadre du programme des liquides comme un moyen permettant de diminuer la corrosion, des essais en laboratoire et sur le terrain ont été réalisés au cours de l'hiver 2006. Pour obtenir plus de détails sur ces essais, veuillez lire l'article intitulé « Essai mené par le MTO quant au niveau optimal d'inhibiteurs de corrosion à utiliser en hiver » dans le bulletin de l'hiver 2007 de Road Talk. Ces essais ont porté sur une série de coupons alternés en acier et en aluminium que l'on a suspendu à des tiges de nylon filetées. Ces tiges ont été placées dans des secteurs de

surveillance à l'aide de différents liquides servant à l'entretien des routes en hiver, avec divers niveaux d'inhibiteurs de corrosion pour pouvoir les évaluer. Les résultats de cette étude n'ont pas été concluants : dans certains cas, l'inhibiteur semblait bien diminuer le degré de corrosion, alors que dans d'autres cas, il semblait en fait l'augmenter.

Mécontent des premiers résultats obtenus, le MTO a poursuivi l'étude en question. Les essais en laboratoire et sur le terrain ont été répétés en 2007 dernier en améliorant la mise en place des essais et en augmentant le nombre des coupons et des lieux d'essai. Les lieux d'essai ont compris des rondes de surveillance à Ottawa, à Chatham et à Kenora; ce sont au total 800 coupons de corrosion qui ont été utilisés. À la fin de l'hiver, les coupons de corrosion ont été ramassés, nettoyés et pesés en vue de leur dernière analyse. À l'examen des données recueillies, les inhibiteurs ne semblent pas donner les résultats escomptés en ce qui concerne la diminution des degrés de corrosion. À l'instar de l'étude menée en 2006, plusieurs chlorures inhibés semblent bien fonctionner dans les essais effectués en laboratoire, mais ont été associés à une augmentation du degré de corrosion sur le terrain à mesure que le niveau des inhibiteurs augmente. Des études semblables réalisées par d'autres

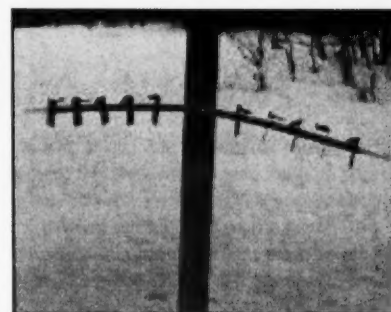


Illustration 1 : Coupons alternés en acier et en aluminium suspendus à des tiges de nylon filetées pour des essais sur le terrain effectués à Ottawa.

administrations routières donnent des résultats similaires. Il n'existe actuellement aucun consensus clair sur les bienfaits liés à l'utilisation d'inhibiteurs.

À la suite de la dernière étude en date, le MTO a décidé de laisser le choix aux fournisseurs de liquides d'inclure ou non des inhibiteurs de corrosion dans les liquides servant à l'entretien des routes en hiver. Cette décision sera l'occasion d'étudier un moyen plus pratique et plus efficace de résoudre ce problème, tout en profitant au ministère et au public. ●

---

Pour tout complément d'information, veuillez communiquer avec Steve Birmingham, agent de l'entretien, Direction des normes routières, au 905 704-2852 ou par courriel à [Steve.Birmingham@ontario.ca](mailto:Steve.Birmingham@ontario.ca).

---

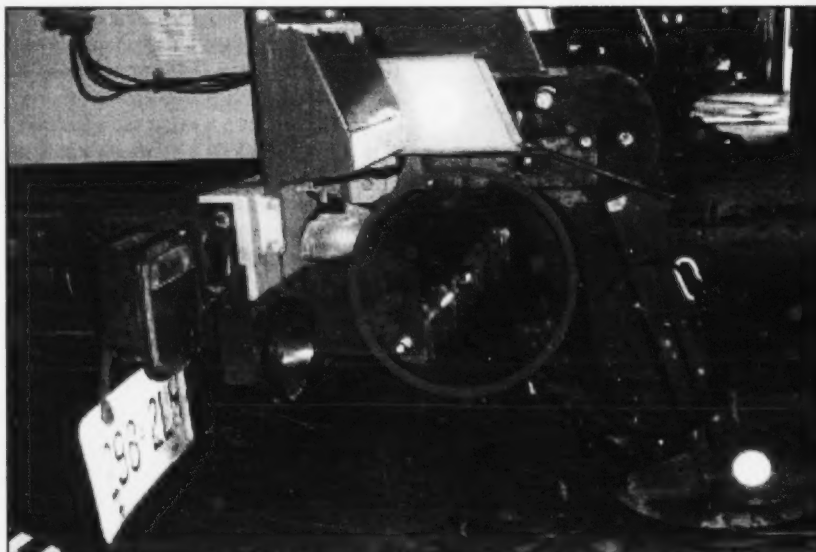


Illustration 2 : Coupons d'essai installés sur des véhicules servant à l'entretien des routes en hiver.

## Des essais effectués sur des inhibiteurs de corrosion donnent des résultats intéressants

**E**n 2000, les liquides servant à l'entretien des routes en hiver - des chlorures dissous dans l'eau - sont apparus dans le programme de déneigement et de déglacage du MTO après que des essais effectués aient confirmé qu'ils augmentaient l'efficacité de l'épandage de sel de voirie et contribuaient à diminuer l'utilisation globale du sel de voirie. Cependant, les entrepreneurs ont exprimé leur inquiétude sur le fait que les liquides pourraient accroître la corrosion sur leurs véhicules. Par conséquent, dans un réel souci de diminuer la corrosion provoquée par l'utilisation des liquides servant à l'entretien des routes en hiver, le ministère a adopté une exigence stipulant que les liquides utilisés pour l'entretien des routes en hiver devaient être 70 % moins corrosifs que le sel de voirie. Cette exigence a été respectée grâce à l'ajout d'inhibiteurs aux liquides servant à l'entretien des routes en hiver, et confirmée lors d'essais en laboratoire conçus par Pacific Northwest Snowfighters (PNS).

La corrosion est à la fois un procédé chimique et électrique qui est assujéti aux changements de teneur en pH de l'eau. Quand on ajoute du sel chloré à de l'eau, le degré de corrosion des métaux augmente. Les inhibiteurs tentent de ralentir ce processus de corrosion. L'ajout d'inhibiteurs aux liquides peut, toutefois, aussi occasionner une hausse de leur prix global. Certains chlorures nécessitent l'ajout d'une quantité importante d'inhibiteur pour pouvoir respecter le niveau de réduction de 70 %.

Pour confirmer la rentabilité et l'efficacité de l'utilisation d'inhibiteurs dans le cadre du programme des liquides comme un moyen permettant de diminuer la corrosion, des essais en laboratoire et sur le terrain ont été réalisés au cours de l'hiver 2006. Pour obtenir plus de détails sur ces essais, veuillez lire l'article intitulé « Essai mené par le MTO quant au niveau optimal d'inhibiteurs de corrosion à utiliser en hiver » dans le bulletin de l'hiver 2007 de Road Talk. Ces essais ont porté sur une série de coupons alternés en acier et en aluminium que l'on a suspendu à des tiges de nylon filetées. Ces tiges ont été placées dans des secteurs de

surveillance à l'aide de différents liquides servant à l'entretien des routes en hiver, avec divers niveaux d'inhibiteurs de corrosion pour pouvoir les évaluer. Les résultats de cette étude n'ont pas été concluants : dans certains cas, l'inhibiteur semblait bien diminuer le degré de corrosion, alors que dans d'autres cas, il semblait en fait l'augmenter.

Mécontent des premiers résultats obtenus, le MTO a poursuivi l'étude en question. Les essais en laboratoire et sur le terrain ont été répétés en 2007 dernier en améliorant la mise en place des essais et en augmentant le nombre des coupons et des lieux d'essai. Les lieux d'essai ont compris des rondes de surveillance à Ottawa, à Chatham et à Kenora; ce sont au total 800 coupons de corrosion qui ont été utilisés. À la fin de l'hiver, les coupons de corrosion ont été ramassés, nettoyés et pesés en vue de leur dernière analyse. À l'examen des données recueillies, les inhibiteurs ne semblent pas donner les résultats escomptés en ce qui concerne la diminution des degrés de corrosion. À l'instar de l'étude menée en 2006, plusieurs chlorures inhibés semblent bien fonctionner dans les essais effectués en laboratoire, mais ont été associés à une augmentation du degré de corrosion sur le terrain à mesure que le niveau des inhibiteurs augmente. Des études semblables réalisées par d'autres

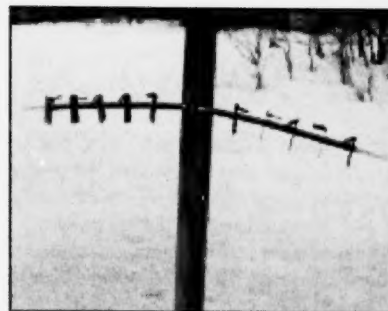


Illustration 1 : Coupons alternés en acier et en aluminium suspendus à des tiges de nylon filetées pour des essais sur le terrain effectués à Ottawa.

administrations routières donnent des résultats similaires. Il n'existe actuellement aucun consensus clair sur les bienfaits liés à l'utilisation d'inhibiteurs.

À la suite de la dernière étude en date, le MTO a décidé de laisser le choix aux fournisseurs de liquides d'inclure ou non des inhibiteurs de corrosion dans les liquides servant à l'entretien des routes en hiver. Cette décision sera l'occasion d'étudier un moyen plus pratique et plus efficace de résoudre ce problème, tout en profitant au ministère et au public. ●

---

Pour tout complément d'information, veuillez communiquer avec Steve Birmingham, agent de l'entretien, Direction des normes routières, au 905 704-2852 ou par courriel à [Steve.Birmingham@ontario.ca](mailto:Steve.Birmingham@ontario.ca).

---

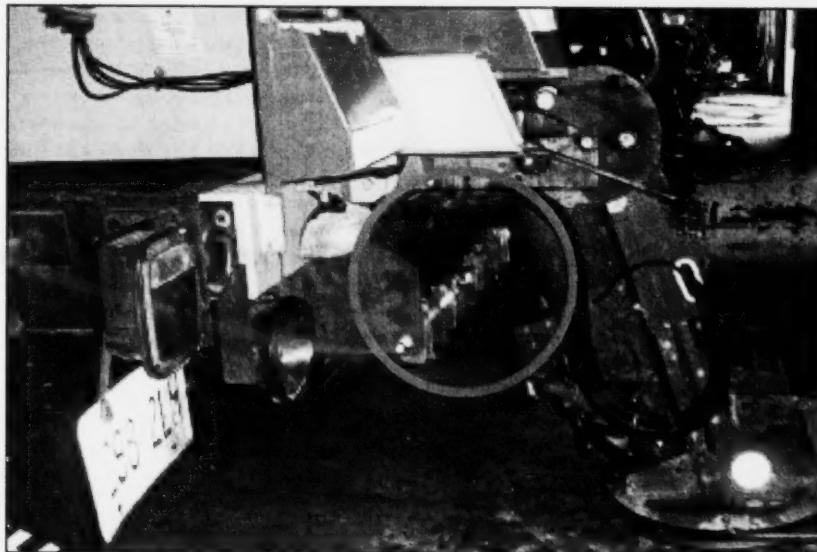


Illustration 2 : Coupons d'essai installés sur des véhicules servant à l'entretien des routes en hiver.

# Préserver le passé : Remplacement du pont de la rivière Sioux Narrows

**L**e pont de Sioux Narrows, une structure à poutre triangulée en bois de 64 m de long qui surplombe le pertuis du lac des Bois était, à l'époque de sa construction en 1936, l'un des plus longs ponts à une travée au monde. Il a été ajouté à la liste du Programme ontarien de préservation des ponts à valeur patrimoniale en 1983 autant pour ses caractéristiques exceptionnelles que pour son importance culturelle. Le pont demeure un joyau culturel pour la municipalité de Sioux Narrows, en plus de représenter un maillon important de la chaîne des transports dans le Nord de l'Ontario.

Cependant, en 2002, un ingénieur de structures du MTO soucieux a remarqué des déformations anormales au niveau des membrures supérieures du pont travaillant en compression. Ces déformations avaient été notées pour la première fois lors d'une inspection aérienne des environs de Sioux Narrows visant à évaluer les dommages causés par des inondations, en examinant plus en profondeur les relevés au sol par rapport aux dégâts probables.

À la fin de ces relevés, on a conclu que les membrures supérieures se trouvaient à 450 mm en dehors du plan, et qu'elles avaient pris la forme de courbes parallèles en S. Des ingénieurs de structures du MTO avaient aussitôt entamé une enquête afin d'évaluer leurs options quant à la réfection ou au remplacement du pont.

Cette enquête consistait notamment à faire des observations à l'œil nu et à réaliser des analyses des carottages et de l'étendue de la détérioration. Les inspections menées ont montré des zones de perte de compression, une importante détérioration au niveau des treillis du pont, et l'absence d'ajustements entre les composants à cause de l'âge et de la durée de l'entretien courant du pont d'origine. On a conclu de là, qu'en cas de période prolongée, l'effet de chargement continuerait à réduire la

solidité du pont. Les treillis du pont n'étaient pas seulement tendus, mais indiquaient aussi un affaissement progressif. Le MTO a agi sans tarder; les mesures qui ont été prises dans un premier temps ont consisté à alléger la charge sur le pont, puis à construire un pont de déviation, avant de finir par remplacer complètement le pont de Sioux Narrows.

Les premières mesures mises en œuvre pour alléger la charge sur le pont ont consisté à limiter la circulation à une seule voie et à enlever le revêtement d'asphalte. Par contre, les treillis ont continué à se détériorer, exigeant ainsi la prise d'autres mesures. La circulation des poids lourds a alors été limitée et le pont a finalement été contreventé à l'intérieur. Le MTO, qui avait envisagé la survenue de tels problèmes dès le début, avait prévu que les travaux du pont de déviation seraient terminés d'ici fin 2003. Ce pont modulaire Acrow, construit en à peine trois mois, est fait de sous-structures en acier et en béton, de barrages en remblais, d'un lanceur de pont en préfabriqué, de remblais de pierres et de murs de soutènement. Ce pont a servi au déplacement des voyageurs pendant que le pont d'origine a été démonté et remplacé par un nouveau pont.

La construction du pont de remplacement a été émaillée d'un plus grand nombre d'obstacles sur le plan de la planification que l'ouvrage de déviation, en particulier compte tenu de l'importance culturelle que revêt le pont d'origine. L'organisation de ce remplacement a consisté notamment à tenir des consultations publiques visant à réfléchir aux questions d'ordre environnemental, esthétique, et historique. Le remplacement du pont de Sioux Narrows, un pont patrimonial, était dicté par neuf mesures possibles de conservation définies par les instances culturelles et patrimoniales. En fin de compte, le MTO a choisi de remplacer le pont par une structure qui évoquerait l'original, soit la construction d'un pont à poutres d'acier et la superposition de poutres non fonctionnelles en utilisant des matériaux récupérés sur le pont d'origine.

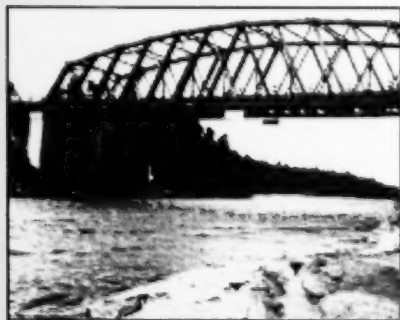
Vu que des morceaux du pont d'origine devaient être utilisés, le démontage de l'ancien pont de Sioux Narrows est devenu un travail de précision : des barges, des vérins d'échafaudage et des vérins hydrauliques ont servi à bien remettre le pont à flot, à tous les niveaux d'eau. Après le démontage du pont et l'examen de ce qui en restait, on a découvert des morceaux plus délabrés que ce que l'on avait pensé. Par con-

séquent, la quantité de matériel récupéré a été réduite et la majorité des parements en bois de décoration qui avaient servi à la construction contenaient du bois d'ingénierie neuf.

Le pont de remplacement était finalement doté d'un tablier en béton, d'une poutre d'acier à trois travées, d'une structure portante en béton, d'un trottoir de chaque côté, de poutres voûtées, et de morceaux de poutres recouverts de bois reproduisant le caractère esthétique du pont d'origine. Le bois a été traité sous pression avec des agents de conservation afin d'accroître sa durabilité et d'éviter toute dégradation future. Le bois a également été strié pour éviter qu'il ne gondole, et l'ossature d'acier a été galvanisée pour qu'elle dure longtemps. La poutre d'acier triangulée a été subdivisée en structure tridimensionnelle, et l'ordre de pose du bois a été détaillé pour veiller à ce qu'aucune tension ne soit conférée au bois en question. Pour aider à reproduire fidèlement le pont d'origine de Sioux Narrows, des pieux d'acier de ce dernier ont été utilisés à des fins non fonctionnelles.

Le nouveau pont de Sioux Narrows, inauguré en octobre 2007, permet de maintenir à la fois la circulation dans le Nord de l'Ontario et de conserver un pont patrimonial d'une grande valeur pour la communauté de Sioux Narrows. C'est grâce à des consultations et à une planification méticuleuse que le MTO a pu conserver l'important côté esthétique et les caractéristiques culturelles du pont d'origine de Sioux Narrows — vieux de près de 70 ans — en construisant un autre pont conçu pour durer encore plus longtemps. ●

Cet article mentionne et s'inspire d'un article intitulé « Skillful Substitution » écrit par Reno Radolli, ing., et Raymond Krisciunas, ing., qui est paru dans le bulletin de juin 2008 (vol. 78, numéro 6) de *Civil Engineering*, le magazine en ligne de l'American Society of Civil Engineers.



Le pont de Sioux Narrows, vers 1936.

Pour obtenir plus d'information à ce sujet, veuillez communiquer avec Ray Krisciunas, chef, Section des structures, à Thunder Bay, en l'appelant au 807 473-2064 ou en lui envoyant un courriel à [Ray.Krisciunas@ontario.ca](mailto:Ray.Krisciunas@ontario.ca)

# La surveillance permanente garde le projet de la route 69 sur la bonne voie

L'élargissement de la route 69 à 4 voies sur une distance de 20 km, à partir de 4 km au sud d'Estaire jusqu'à 1 km au nord de la route 537, comprend un passage à niveau du Canadien National situé dans une zone marécageuse. Deux ouvrages supérieurs parallèles à quatre axes feront passer du côté opposé les nouvelles voies en direction nord et sud de la route 69 au-dessus des marécages et de la voie ferrée. Vu que quatre des piliers prévus se trouvent dans une emprise du CN et qu'ils sont très proches des voies, l'organisation des travaux a dû, toutefois, être gérée de sorte à éviter de provoquer un tassement du sol de fondation des voies. En outre, le CNR a exigé de recevoir une confirmation en temps réel qu'aucun tassement ne s'était produit. Pour traiter ces questions, un système sophistiqué de surveillance avec des capteurs de tassement des voies sur le Web a été conçu et mis en place pour surveiller le tassement des voies.

On s'inquiète des conséquences que pourraient avoir la construction et l'installation de pieux enfoncés à cet endroit sur la sécurité et le fonctionnement de la voie ferrée du CN. Il a fallu éviter la moindre perturbation dispendieuse du service ferroviaire du CN, en plus d'éviter des retards dans la passation des marchés. Cette voie ferrée est un tronçon très emprunté avec en moyenne 19 trains par jour, et la moindre interruption de service aurait eu des conséquences financières considérables. CN a estimé que le coût lié à la fermeture de l'intégralité des voies ferrées est estimé à plus d'un million de dollars par jour.

Lors de l'avant-projet détaillé, le CN a précisé que le tassement différentiel acceptable le long des sections de voies de 2 m devait être inférieur à 15 mm et qu'une surveillance instrumentalisée permanente devait être effectuée pour contrôler le tassement des voies pendant la construction des pieux. Le CN a également spécifié qu'un entrepreneur devait être disponible en tout temps pour déposer/réparer les voies s'il le fallait.

Pour déterminer l'état de la surface et de la sous-surface à l'emplacement des voies du CN et de la base du pont avant la construction, une étude complète des fondations, consistant à prélever 30 carottes

de sondage, a été réalisée dans la zone marécageuse. L'étude a conclu que le marécage était composé d'une grosse couche de tourbe d'une épaisseur de 5,8 m par endroits, reposant sur une couche de sable bouillant et de limons. La couche de sable et de limons atteignait 5 m d'épaisseur par endroits sous les voies ferrées du CN. Une couche d'argile limoneuse d'une épaisseur maximale de plus de 30 m repose sous la tourbe et la couche de sable et de limons. Le terrain de couverture à cet endroit est constitué de substrat rocheux.

Le principal souci d'ordre technique pendant les travaux de construction concernait le tassement des voies à cause des vibrations provoquées par l'enfoncement des pieux. En particulier, les fondations sur pieux jouxtant les voies au sud et au nord ont nécessité l'enfoncement de pieux métalliques à 40 m dans le substrat rocheux, ce qui a fait supporter un risque élevé de produire des vibrations pendant l'enfoncement des pieux. De surcroît, il a fallu surveiller le tassement pendant l'installation de la couverture des voies et il a fallu assécher l'excavation avant de poser les piliers.

La pression de l'eau interstitielle dans les sols de fondation a été mesurée à l'aide de piézomètres à fil vibrant (PFV). La surveillance des vibrations a été réalisée en ayant recours à des sismographes semblables à ceux que l'on utilise pour

enregistrer les vibrations provoquées par un dynamitage. Un analyseur de battage de pieux a servi à évaluer la quantité d'énergie transmise par l'engin de battage.

Le système de surveillance se caractérise par un système de capteurs de tassement d'avant-garde sur le Web utilisé pour la première fois dans le cadre d'un projet du MTO. Ce système de capteurs utilisé avec un levé topographique ordinaire des points de tassement permet de mesurer à distance les paramètres en temps réel de n'importe quel endroit, simplement en ouvrant une session sur un ordinateur. Le système de capteurs comprend des tiges d'acier raccordées en série, et chaque tige est équipée d'un capteur. Les capteurs de niveau électronique mesurent l'inclinaison des tiges d'acier et permettent d'évaluer le tassement différentiel le long des tiges. À l'endroit du projet de passages à niveau du CN, on a disposé deux groupes de capteurs de tassement, composés chacun de dix tiges de 2 m de long, et installés entre et le long des voies, permettant ainsi une surveillance constante et précise du tassement. Le système de capteurs et les PFV ont été raccordés à des enregistreurs de données mis dans un abri protégé. Les enregistreurs de données ont été programmés pour effectuer des relevés du tassement et de la pression d'eau interstitielle toutes les minutes, 24 heures par jour, et 7 jours sur 7. Les données recueillies sont transmises par le réseau sans fil de l'endroit en

...suite à la page 8

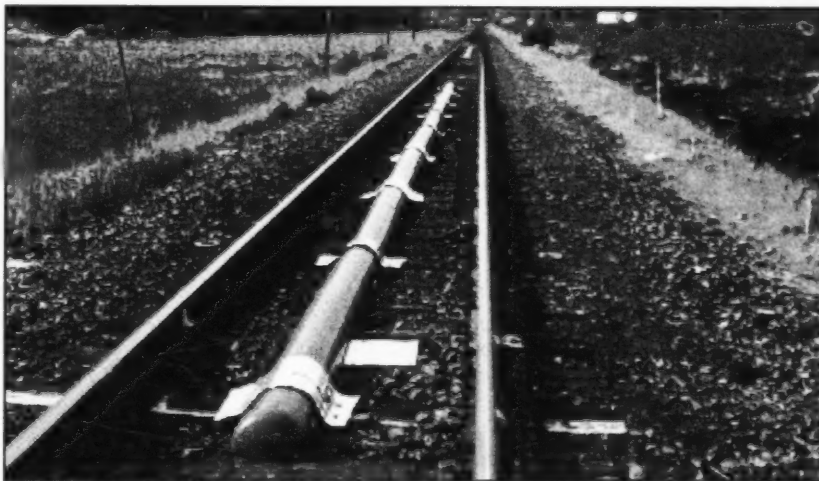


Illustration 1 : Capteur de tassement des voies.

# Des activités de transfert des connaissances sur la construction de ponts accélérée (CPA)

**L**e 1er août, le MTO a organisé à Ottawa des activités de transfert des connaissances sur la construction de ponts accélérée (CPA) qui ont coïncidé avec sa toute dernière utilisation des technologies de préfabrication, à savoir le remplacement rapide des ponts de l'avenue Clyde - le dernier remplacement en date d'une série de remplacement de ponts de l'autoroute 417, entre l'avenue Maitland et la promenade Island Park.

L'objectif de ces activités était de procéder au transfert des connaissances auprès du secteur des transports, de faire part des enseignements tirés et des exigences contractuelles efficaces visant à garantir la réussite du projet auprès des administrations routières souhaitant avoir recours aux techniques de la CPA, et d'appuyer la mission du MTO de poursuivre et d'adopter des innovations de pointe. Plus de 130 personnes représentant un large échantillon de professionnels des transports - notamment des employés du MTO, des préfabricateurs, des entrepreneurs, des administrations routières au niveau municipal, provincial, fédéral et international, ainsi que des étudiants et des enseignants de l'Ontario Schools of Engineering - ont assisté aux discussions portant sur la construction de ponts accélérée, le projet de réhabilitation des ponts de l'autoroute 417, et sur les avantages et les inconvénients liés à l'élaboration et à la mise sur pied de la CPA.

Après avoir mis en place un programme de recherches en laboratoire

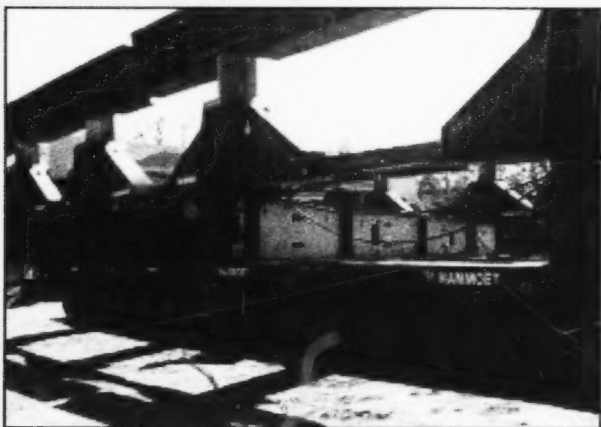


Illustration 1 : Démonstration du fonctionnement des transporteurs de modules autopropulsés (TMA).

en 2001 visant à examiner son utilisation dans le cadre de la construction et de la remise en état des ponts, le MTO a officiellement commencé en 2004 à utiliser les technologies de la CPA comme principale technologie. Depuis ce moment-là, le MTO a mené à bien 17 projets CPA, et plusieurs sont en cours de conception ou de construction.

L'année dernière, le MTO a allié la technologie de préfabrication à la technologie de remplacement rapide dans le but de réhabiliter les ponts

se situant à proximité immédiate de la promenade Island Park. La technologie de remplacement rapide est l'une des nombreuses techniques de CPA, selon laquelle la préfabrication se déroule dans une zone de travail située à proximité, avant d'être amenée au lieu d'installation à l'aide de transporteurs de modules autopropulsés (TMA) et d'y être mise en place (pour obtenir plus d'information sur le remplacement des ponts de la promenade Island Park, veuillez lire l'article « Une réussite! Les ponts Island Park sont remplacés en moins de 15 heures » paru dans le numéro de Road Talk de l'automne 2007).

Les activités de transfert des connaissances ont commencé par un aperçu de la construction de ponts accélérée et des opérations qualifiées de réussite à ce jour en Ontario. Bala Tharmabala, chef du Bureau de la gestion des ponts du MTO, a mis en avant les besoins qui ont incité à élaborer la technologie des ponts préfabriqués - augmentation du débit routier, retards dans l'écoulement du trafic, et infrastructures provinciales vieillissantes - et a dressé la liste de ses avantages :

- Meilleure qualité des produits
- Diminution des perturbations de la circulation
- Amélioration des coûts du cycle de vie
- Réduction des répercussions sur l'environnement
- Augmentation de la sécurité des travailleurs

Les participants ont discuté des aspects particuliers d'anciens projets CPA du MTO à présent achevés, dont le pont du ruisseau Sucker et le pont Passe à Fontaine, ont cerné les futurs projets de préfabrication, et dressé les grandes lignes de la préfabrication. Au cours des activités de transfert des connaissances, on a aussi souligné l'importance de créer des liens et d'innover grâce à un secteur de la préfabrication de ponts viable et à l'uniformisation des éléments des ponts.

Frank Vanderlaan, ingénieur de la gestion des contrats régionaux pour le MTO (région de l'Est), a fait un bref exposé sur le Projet de réhabilitation des ponts de l'autoroute 417; Michel Vachon, chef du Groupe Structures de la McCormick Rankin Corporation, a fait part de l'expérience tirée l'année précédente lors du remplacement des ponts de la promenade Island Park, en mettant en exergue l'importance de perfectionner les fermetures de bretelles, de coordonner les fermetures de routes avec les municipalités, et d'améliorer les communications entre les intervenants. Le projet des ponts de la promenade Island Park a permis en fin de compte d'économiser près de 2,4 millions de dollars par rapport aux coûts de construction classique, en faisant passer un calendrier des travaux de deux ans à moins de 15 heures.

Les activités de transfert des connaissances ont également contenu un exposé de Glen Aitkin, vice-président des Ventes pour Mammoet Canada, l'entrepreneur de machineries lourdes qui a fourni les TMA ayant servi au remplacement des ponts de la promenade Island Park et de l'avenue Clyde. Mammoet, entreprise connue dans le monde entier à la suite du renflouement du sous-marin russe Kursk qui avait coulé en 2001, se spécialise dans des projets de machineries lourdes destinées au secteur de la pétrochimie, au secteur des installations en haute mer, au secteur énergétique, et au secteur civil.

Un TMA est un véhicule monté sur plate-forme qui est facilement manœuvrable et sert à transporter des structures volumineuses comme des ponts, en plus d'être composé de modules à 4 ou 6 essieux et de pneus en caoutchouc avant pivoter sur 360 degrés. En fonction de la charge à transporter, on peut ajouter autant de modules que cela est nécessaire; grâce au grand nombre de roues, le poids réel d'une charge sur le revêtement des routes est semblable à celui d'un camion circulant sur une route.

La journée s'est achevée par une visite du lieu d'installation voisin; les participants ont vu le lieu provisoire de construction des

...suite à la page 8

# L'hiver est le point de mire de tous

Dans le cadre de son engagement permanent visant à assurer que les routes soient sécuritaires et dégagées en hiver, le MTO a organisé un symposium sur le Projet de technologie de l'entretien (PTE) à Toronto en mai dernier. Le Projet de technologie de l'entretien constitue le lieu de la recherche active pour le MTO afin d'améliorer la sécurité sur les routes grâce au transfert de la technologie des techniques d'entretien. Le PTE est un partenariat panprovincial entre l'administration centrale du MTO, les bureaux régionaux, les fournisseurs de services, les entrepreneurs chargés de l'entretien régional et les sous-traitants de gestion de régions, les consultants, et les universités. En définissant, en évaluant et en expliquant la technologie en question, les matériaux et les systèmes d'information, le symposium sur le PTE vise à accroître l'efficacité, la sécurité et l'efficacité des services de techniques et d'entretien hivernal sur les routes de la province.

Lors du symposium sur le PTE en 2008, les participants se sont concentrés sur une utilisation réduite du sel de voirie, sur l'amélioration de la surveillance des activités contractuelles ainsi que sur le compte rendu des résultats, ce qui s'est fait dans le cadre de présentations des activités de recherche en cours, de périodes de questions et réponses, de tables rondes, et d'un vote interne (suffrageocratie) pour parvenir à un consensus sur les résultats et classer les questions par ordre d'importance pendant toute la journée. Les objectifs de la journée étaient les suivants :

1. Adopter une vision en matière de technologie d'entretien des routes;
2. Passer en revue les projets réalisés au cours de l'hiver 2007-2008;
3. Examiner les recherches opérationnelles sur les routes au niveau national et international;
4. Recommander des technologies à mettre en application;
5. Solliciter et examiner de nouvelles idées;
6. Élaborer des priorités pour les travaux continus et les nouveaux travaux;

Le premier thème abordé portait sur l'utilisation par le MTO des liquides servant à l'entretien des routes en hiver. Un épandage

préventif et l'application directe de liquides sont chose courante en Ontario depuis 2002 et l'on a acquis suffisamment d'expérience pour savoir si les avantages escomptés sont bien présents. Il y a un consensus selon lequel les avantages escomptés de l'épandage préventif et des techniques d'application directe de liquides sont respectés. On a décidé de continuer à utiliser l'application directe de liquides pendant les activités d'entretien hivernal pour tenter de protéger les revêtements bruts et diminuer le nombre des accidents de la route. Les projets de recherche menés par l'Université de Waterloo devraient contribuer à perfectionner les techniques de salage des routes en appliquant une analyse basée sur un arbre de décision aux registres des opérations passées. D'autres discussions portant sur les liquides utilisés en hiver ont traité de l'utilisation d'inhibiteurs de corrosion. Pour obtenir plus d'information sur les inhibiteurs de corrosion, veuillez lire l'article intitulé « Essais menés sur les inhibiteurs de corrosion : Les résultats » dans ce numéro de Road Talk.

Lors du Symposium, il a également été question de l'administration des marchés. Les systèmes de localisation automatisée des véhicules (LAV) font appel à la technologie du système mondial de localisation (GPS) pour suivre les véhicules d'entretien des routes en temps réel. Comparativement au registre des opérations hivernales, on a favorisé les LAV en service pour recueillir et archiver des données immatérielles sur l'exécution des contrats hivernaux et la gestion du sel de voirie. Un LAV inerte est un autre moyen qui pourrait s'avérer plus rentable, car il fonctionne de la même manière qu'un LAV en service, sauf qu'il fournit des données au moment du retour du camion dans la cour, plutôt qu'en temps réel alors que le camion est sur la route. Les résultats de la suffrageocratie lors du symposium indiquent que l'on préfère le LAV inerte aux LAV en service.

Dans une présentation sur les rectifications des chargements saisonniers, il a été question des progrès accomplis sur le plan de la conception d'un système sur le Web visant à fournir des relevés et des

prévisions sur la quantité de gel au sol et de profondeur de la fonte contribuant à établir une date de début et de fin pour les limites de charges pour le printemps sur les routes à faible volume de circulation servant aux transports. On convient de poursuivre l'élaboration de ce système.

La question de l'utilisation du chasse-neige remorqueur « Tow Plow » sur deux voies et celle de l'épandage d'eau chaude et de sable ont aussi été traitées. Le Tow Plow a été adopté et autorisé dans les contrats du MTO comme une option pour les entrepreneurs, tandis que l'épandage de sable et d'eau chaude sera davantage évalué, avec des possibilités de mise à l'essai dans la région du Nord-Ouest et une utilisation possible dans la région du Nord-Est.

Un petit nombre de nouveaux projets ont été soulignés et la possibilité d'un épandage préventif en utilisant de l'eau chaude a été retenue dans le cadre du programme d'évaluation des technologies. Cela peut assurer une plus grande protection de l'environnement en utilisant de l'eau chaude, au lieu de la saumure chlorurée pour l'épandage préventif du sel gemme. Des questions concernant la mise en œuvre des activités de recherche inhérentes à ce projet comprennent le genre d'applications et la disponibilité des équipements dans la région du Nord-Est, où des essais ont été recommandés.

Le symposium qui s'est tenu en mai s'est achevé en tirant des conclusions précises et en formulant une série de recommandations sur les thèmes abordés. Le consensus obtenu par les participants au symposium évoque un large soutien à l'égard de l'engagement du MTO sur le plan de la pérennité économique et environnementale, autant au niveau du développement technologique que de ses techniques d'entretien des routes. ●

---

Pour tout complément d'information, veuillez communiquer avec Steve Birmingham, agent de l'entretien, Direction des normes routières, au 905 704-2852 ou par courriel à [Steve.Birmingham@ontario.ca](mailto:Steve.Birmingham@ontario.ca).

# La surveillance permanente

(suite de la page 5)

question jusqu'à Argus, un système sur le Web situé à Vancouver. Ce système traite automatiquement les relevés, vérifie les alertes, affiche des graphiques, et prépare des rapports en temps réel. Peu importe où ils se trouvent, les utilisateurs peuvent se connecter pour visualiser les données et les graphiques à l'aide de leur navigateur.

Entre octobre 2007 et mars 2008, ce sont environ 2,3 km de pieux métalliques qui ont été enfoncés pour servir de base aux quatre piliers de l'emprise du CN. Le système de capteurs a réussi à fournir une surveillance constante de la performance des voies pendant tout le déroulement des activités de battage de pieux. Les voies du CN se sont comportées selon les limites requises pendant le battage, la couverture des voies et les activités d'assèchement. Les tassements mesurés étaient inférieurs à 6 mm, bien en-deçà du niveau requis de 15 mm.

Le projet de la route 69/CN montre les avantages du travail en équipe et de l'engagement en matière de qualité et d'excellence. Le MTO et CN ont collaboré à l'élaboration d'un plan conçu pour répondre à des critères particuliers et protéger les intérêts de tous les intervenants. Le système a permis à CN Rail de fonctionner en toute sécurité et sans aucun retard ou perturbation. En retour, le contrat du MTO n'était pas assujéti à de probables créances contractuelles coûteuses.

Pour ce projet, la conception d'un système de surveillance a donné un exemple de partenariat couronné de succès entre le principal consultant (Totten Sims Hubicki), le sous-consultant en technique de fondations (Thurber), la Section de la planification et de la conception de la région du Nord-Est, la Direction de la construction et la Section des revêtements et des fondations de la région du Nord-Est. L'installation du système de surveillance a été réalisée par Slope Indicator Company et Thurber Engineering Ltd dont les services ont été retenus par Tulloch Engineering, qui est l'administrateur du contrat dans le cadre de ce projet. ●

Pour obtenir plus d'information sur l'élargissement à quatre voies de la route 69, cliquez sur le lien suivant : <http://www.mto.gov.on.ca/french/traveller/highway69/index.html>

Pour tout complément d'information, veuillez communiquer avec Tony Sangiuliano, Bureau de la recherche et du génie en matière de matériaux, au 416 235-5267 ou par courriel à [Tony.J.Sangiuliano@ontario.ca](mailto:Tony.J.Sangiuliano@ontario.ca).

## Renseignements sur les congrès et les conférences

Association of Asphalt Paving Technologists (AAPT) Annual Meeting  
Du 16 au 18 Mars, 2009  
Minneapolis, Minnesota

National Conference on Preservation, Repair and Rehabilitation of Concrete Pavements  
Du 22 au 24 Avril, 2009  
St. Louis, Missouri

12th National Transportation Planning Applications Conference  
Du 17 au 21 Mai, 2009  
Houston, Texas

Canadian Transportation Research Forum (CTRF) 44th Annual Conference  
Du 24 au 27 Mai, 2009  
Victoria, British Columbia

Pour obtenir plus d'information à ce sujet, veuillez communiquer avec Finlay Buchanan, coordonnateur, Technologie et Innovation, Bureau du directeur général, au 905 704-2980 ou à [Finlay.Buchanan@ontario.ca](mailto:Finlay.Buchanan@ontario.ca).

# La construction de ponts accélérée (CPA)

(suite de la page 6)

nouveaux ponts de l'avenue Clyde et l'endroit où les anciens ponts seront disposés, en attendant leur démolition.

Dans la nuit du 2 au 3 août, le remplacement rapide du passage supérieur de l'avenue Clyde a été mené à bien. Un groupe d'invités et de badauds du quartier ont assisté aux opérations de retrait des anciens ponts menées par des TMA et à leur remplacement par de nouveaux ponts, conçus pour durer 75 ans. Les opérations de remplacement se sont si bien déroulées que le MTO a pu rouvrir l'autoroute à la circulation pres de deux heures plus tôt que prévu. L'ensemble des opérations a été suivi en direct, grâce à des cybercaméras du MTO et à la station de télévision communautaire locale.

À l'instar du remplacement de ponts qui s'en est suivi, les activités de transfert des connaissances de la CPA se sont déroulées sans accroc, en respectant bien leur principal objectif. Un questionnaire post-activités a montré que les participants avaient de meilleures connaissances à l'égard des technologies de la CPA (faibles-moyennes avant la tenue des activités en question à moyennes-élevées après celles-ci).

Le MTO s'est servi de la mise en œuvre réussie de la technologie de remplacement rapide pour défendre son adoption - en préservant un engagement de longue date à l'égard du transfert de technologie et en favorisant un milieu propice à l'innovation qui transcende l'enceinte du ministère. ●

Pour obtenir plus d'information sur le Projet de réhabilitation des ponts de l'autoroute 417, visitez le site suivant : <http://www.417queenswaybridges.ca/fre/>.



